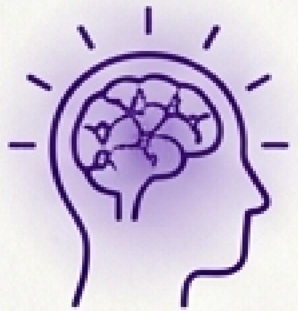
الدرس العملي الحادي عشر: المحقق الكيميائي



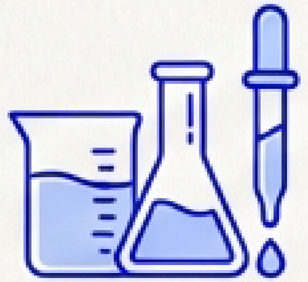
تقدير الكربونات والبيكربونات في مستخلص التربة

كلية الزراعة - جامعة الأزهر | مقرر: مبادئ علوم الأراضي

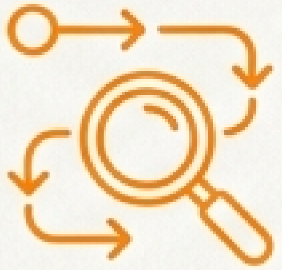
مخطط التحقيق: مهمتنا اليوم



1. **المشهد*:** فهم المبدأ العلمي الأساسي للمعايرة.



2. **الأدوات*:** تجهيز المحاليل والمواد اللازمة.



3. **التحقيق:** اتباع خطوات العمل الدقيقة لكشف الأسرار.



4. **كشف الحقيقة:** حساب النتائج وتفسيرها.

الفكرة الأساسية: كيف نكشف المستور؟

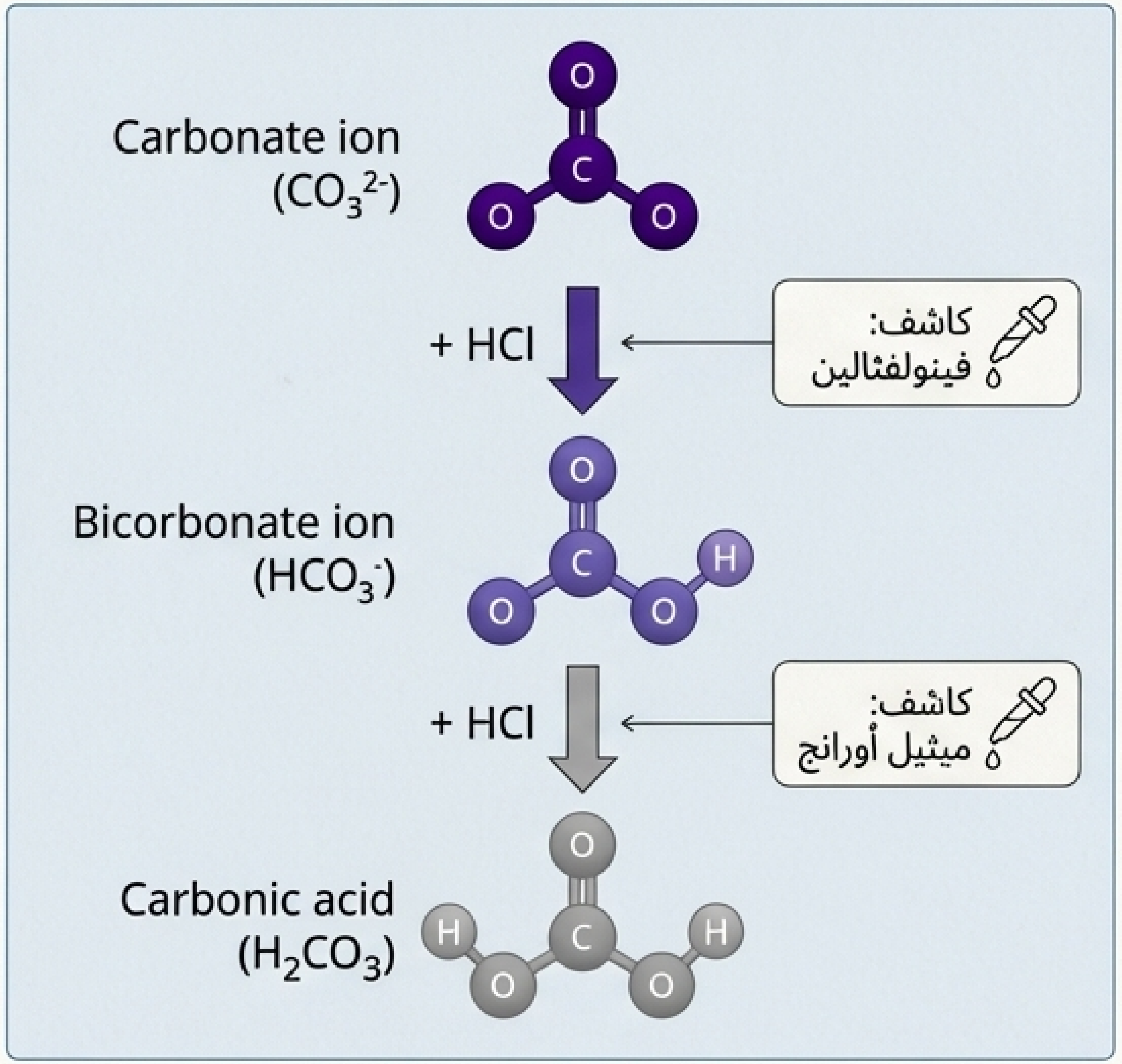
- **المفهوم**

نستخدم عملية المعايرة بالتنقيط (Titration) باستخدام حمض هيدروكلوريك (HCl) معروف العيارية لكشف كمية الكربونات والبيكربونات.

- **العملية المكونة من خطوتين**

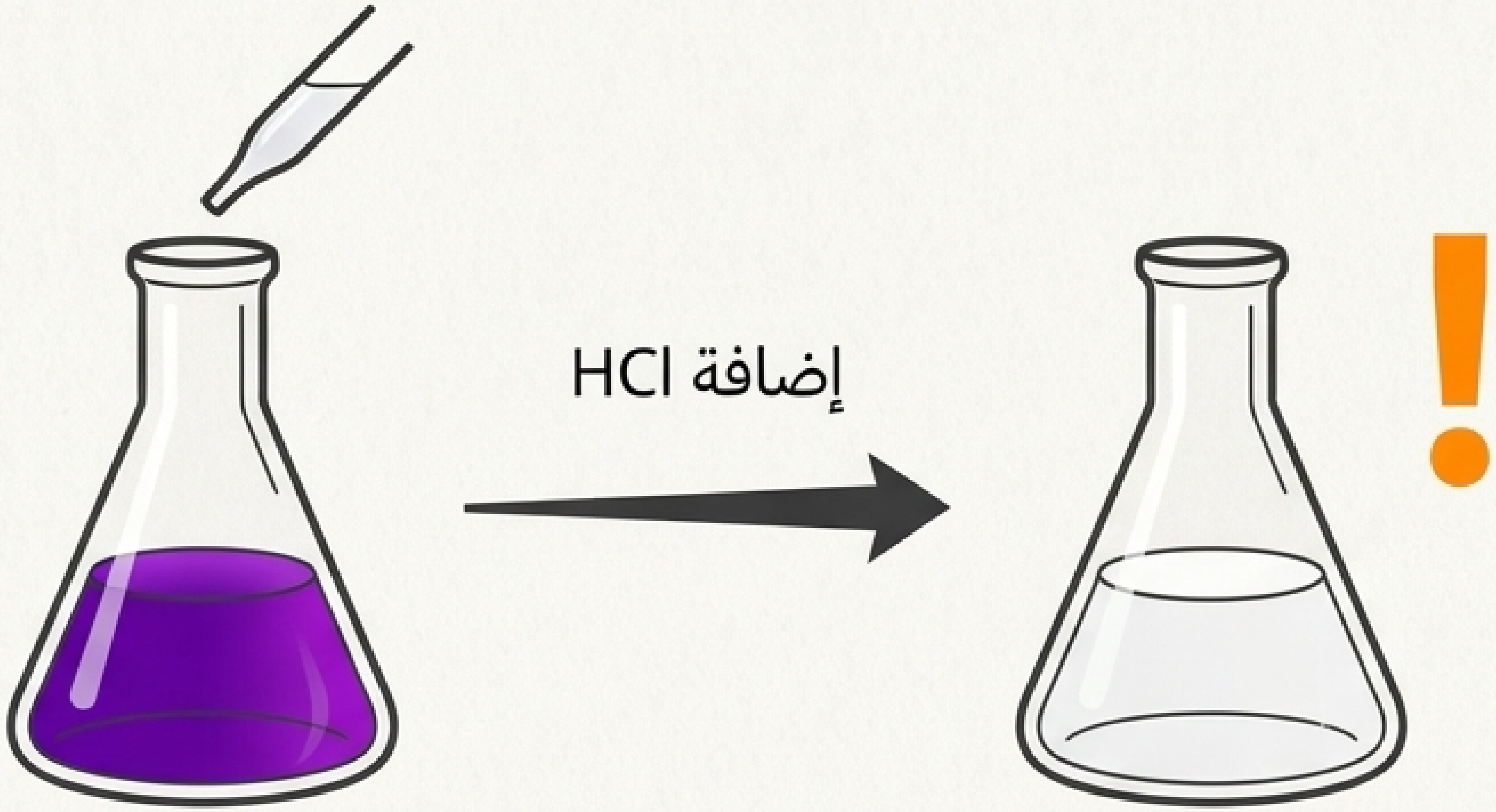
يتم التفاعل على خطوتين، كل خطوة تكشف عن جزء من اللغز.

  - **الخطوة الأولى:** تتعلق بتحويل الكربونات (CO_3^{2-}) إلى بيكربونات (HCO_3^-).
  دليلنا الكاشف: الفينولفثالين.
  - **الخطوة الثانية:** تتعلق بتحويل البيكربونات (الأصلية والناتجة) إلى حمض كربونيك (H_2CO_3).
  دليلنا الكاشف: الميثيل أورانج.



المرحلة الأولى: تحويل الكربونات إلى بيكربونات

في هذه الخطوة، يتفاعل الحمض مع الكربونات فقط. يتغير لون المحلول من الوردي/الأرجواني إلى عديم اللون عند اكتمال هذا التفاعل.



$$Na_2CO_3 + HCl \rightarrow NaHCO_3 + NaCl$$

المرحلة الثانية: تحويل البيكربونات إلى حمض كربونيك

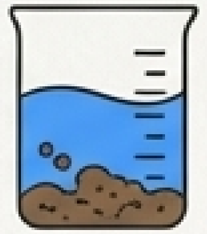
الآن، نستهدف كل البيكربونات الموجودة. عند إضافة المزيد من الحمض، يبدأ اللون الأصفر بالتحوّل إلى برتقالي محمر عند نقطة النهاية.



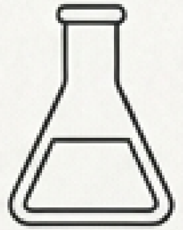
$$NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + CO_2 + H_2O$$

أدوات التحقيق: ما الذي نحتاجه؟

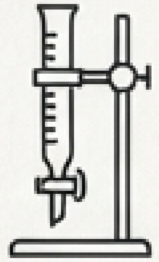
الأجهزة



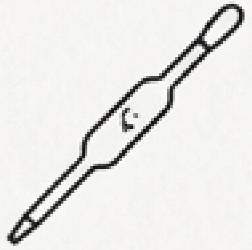
مستخلص التربة المائي (1:5) - مسرح العينة.



دورق مخروطي

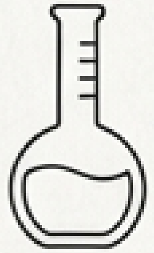


سحاحة



ماصة

المحاليل المطلوبة



حمض هيدروكلوريك (0.01 عياري) - مفتاح كشف التفاعلات.



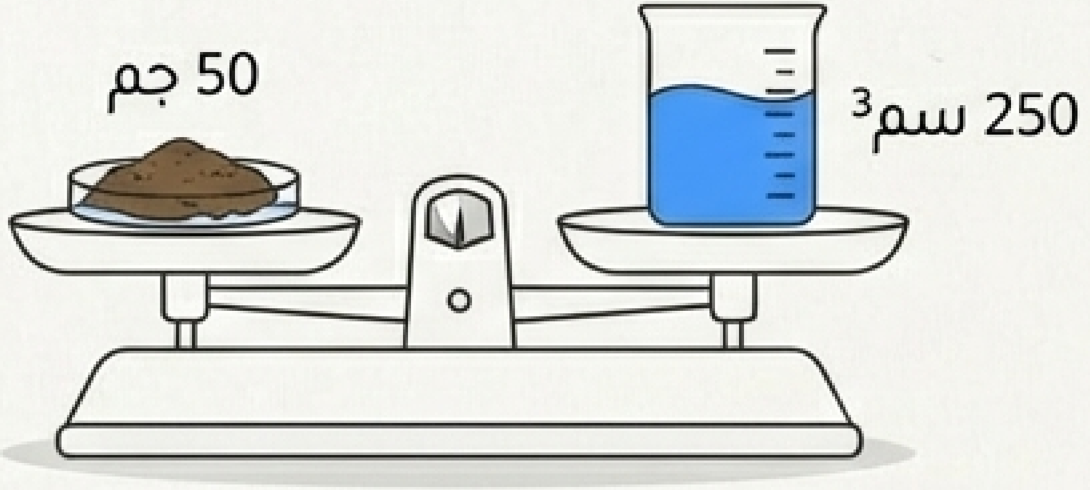
دليل الفينولفثالين - كاشف الدليل الأول.



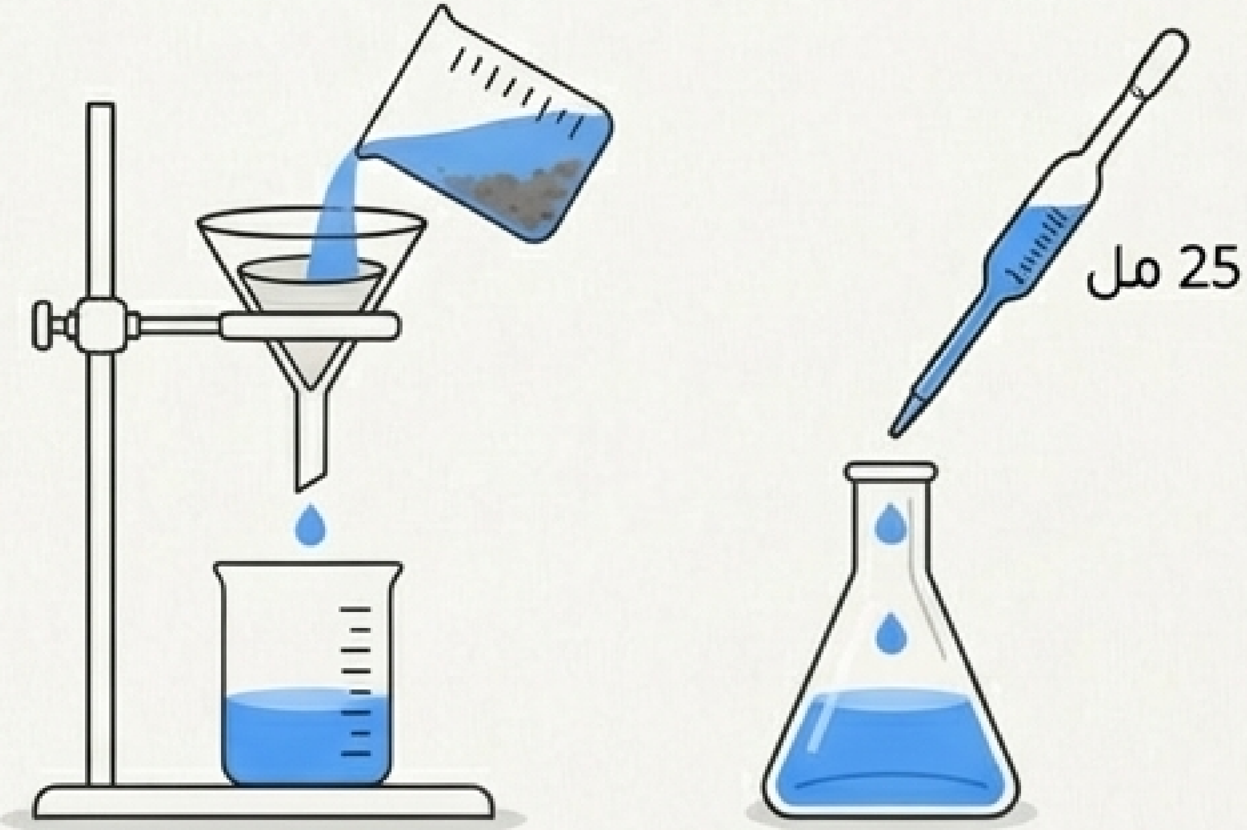
دليل الميثيل أورانج - كاشف الدليل الثاني.

خطوات العمل (ا): تجهيز مسرح العينة

1. **تحضير المستخلص::** يُحضر من عينة الأرض مستخلص مائي بنسبة 1:5، وذلك بوزن 50 جم من الأرض في 250 سم^3 ماء مقطر، ثم الرج ثم الترشيح.



2. **أخذ العينة :** يُنقل مقدار 25 مل من المستخلص الرائق إلى دورق مخروطي.

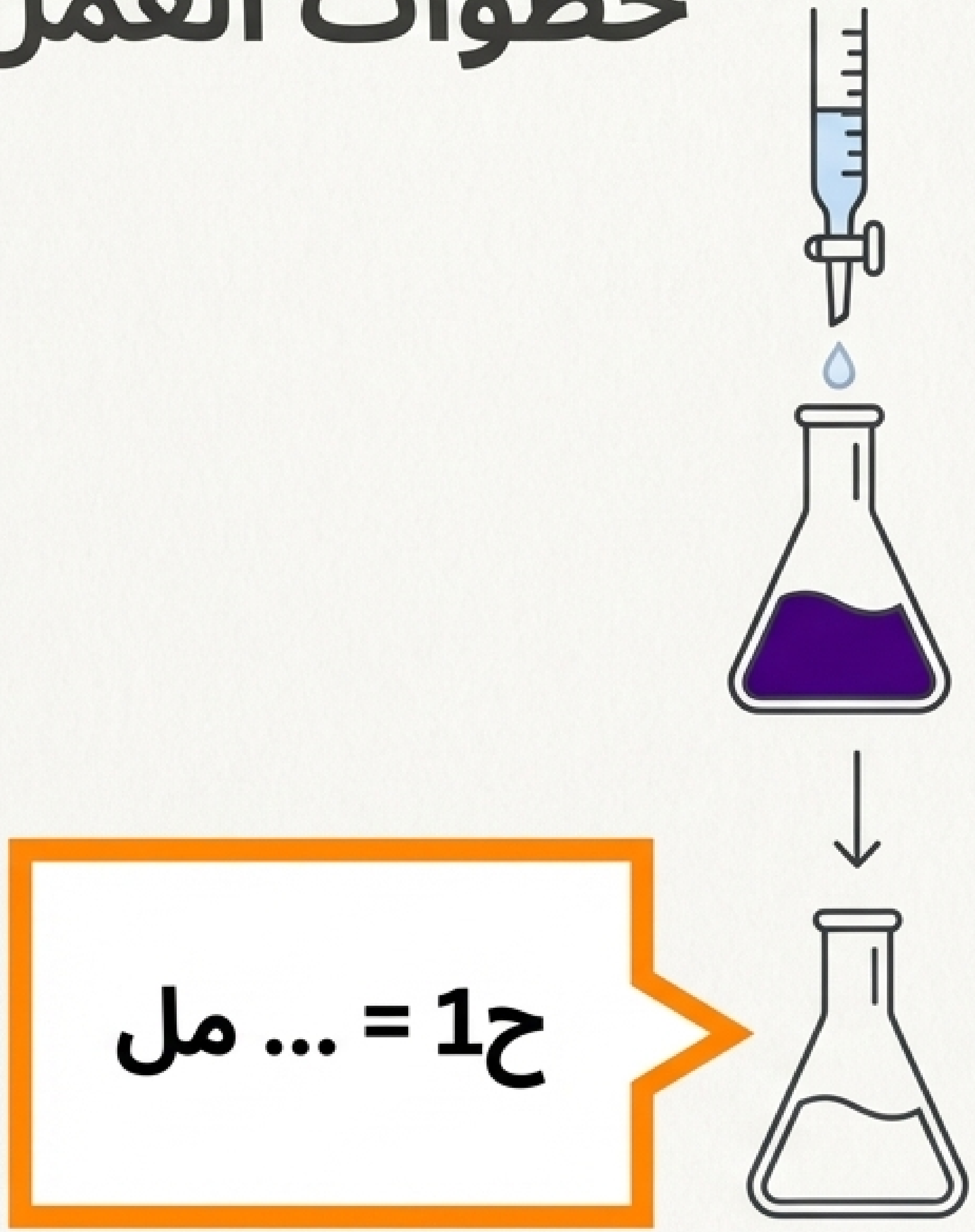


خطوات العمل (٢): كشف الكربونات

3. **إضافة الدليل الأول*:** أضف 2-3 نقط من دليل الفينولفثالين. فيتلون المحلول باللون الوردي.

4. **المعايرة الأولى*:** يُنقط محتويات الدورق بحمض الهيدروكلوريك المعلوم القوة حتى أول نقطة يزول فيها اللون.

5. **تسجيل الدليلؤ:** تُدون الكمية من الحمض التي لزمت لذلك (ح1). هذه الكمية هي التي لزمت لتحويل الكربونات إلى بيكربونات.

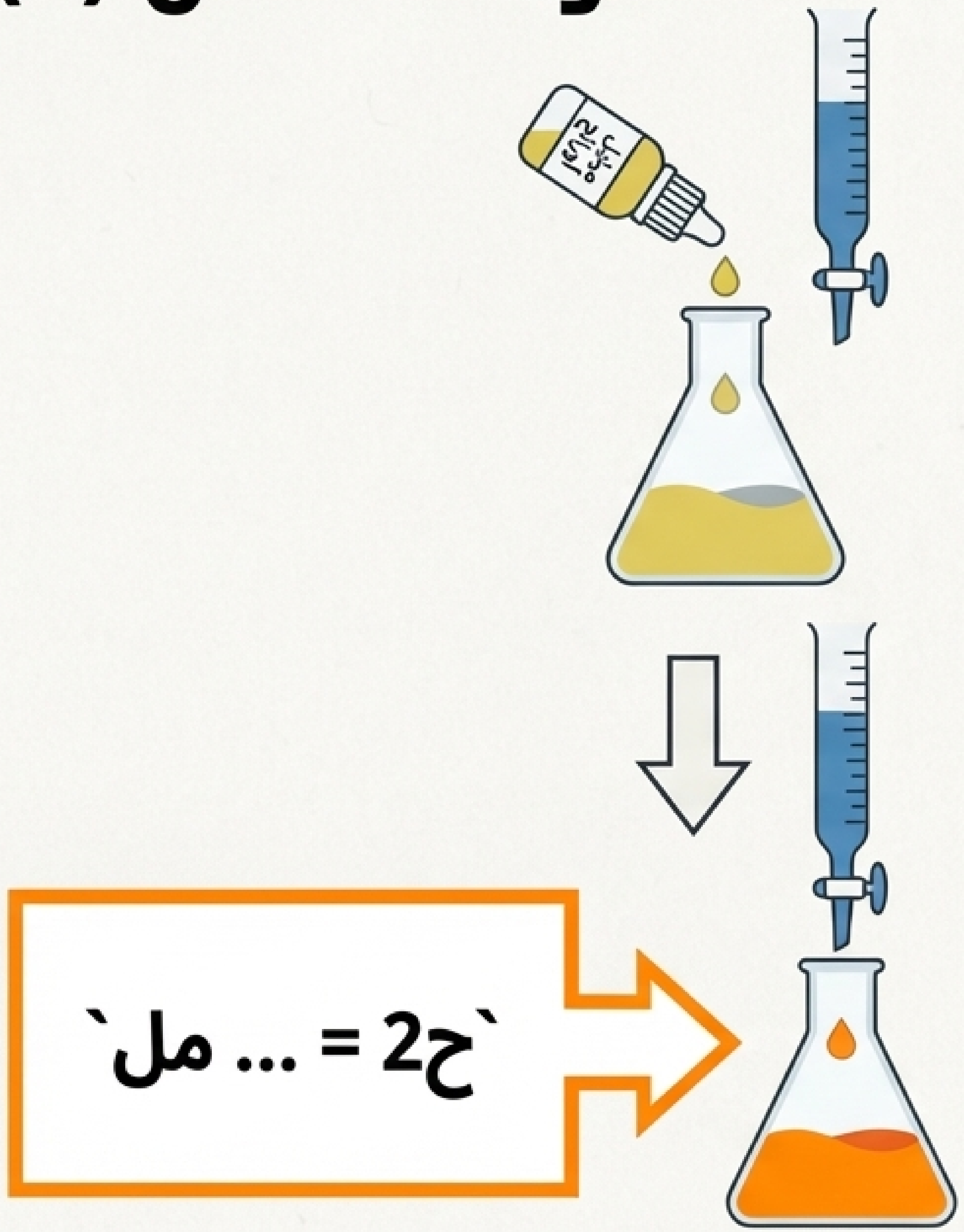


خطوات العمل (٣): كشف البيكربونات الكلية

6. *إضافة الدليل الثاني*: إلى نفس الدورق، أضف 2-3 نقطة من دليل الميثيل أورانج، فيتلون المحلول باللون الأصفر.

7. **المعايرة الثانية: استمر في التنقيط حتى يبدأ ظهور اللون البرتقالي المحمر.

8. **تسجيل الدليل النهائي: دوّن الحجم الكلي للحامض (ح2). هذا هو حجم الحمض اللازم لتحويل البيكربونات الناتجة والبيكربونات الأصلية.



فك الشفرة: حساب تركيز الكربونات (CO_3^{2-})

المنطق: تركيز الكربونات يعتمد على حجم الحمض في المعايرة الأولى (ح1). لكن، بما أن كل جزيء كربونات تفاعل مرتين (مرة ككربونات ومرة كبيكربونات ناتجة)، فإن الحجم المخصص له فعلياً هو ضعف (ح1).

$$\text{تركيز الكربونات (ملليمكافئ/لتر)} = \frac{2 \times \text{ح}1 \times \text{عيارية الهيدروكلوريك} \times 1000}{25}$$

لأن الكربونات تتفاعل
تتفاعل مرتين!

القطعة الأخيرة: حساب تركيز البيكربونات (HCO_3^-)

المنطق: حجم الحمض الذي تفاعل مع البيكربونات الأصلية فقط هو الحجم الكلي (ح2) مطروحاً منه الحجم الذي استهلكته الكربونات في المرحلتين (2 × ح1).

$$\text{تركيز البيكربونات (ملليمكافئ/لتر)} = \frac{(\text{ح}2 - 2 \times \text{ح}1) \times \text{عيارية الهيدروكلوريك} \times 1000}{25}$$

حمض البيكربونات = حمض الكربونات: 2 × ح1 − الحمض الكلي: ح2

CONFIDENTIAL

تمرين عملي: تطبيق على أرض الواقع

المعطيات: عينة تربة أعطت النتائج التالية عند معايرتها بحمض HCl عياريته 0.01:

- حجم الحمض عند نقطة الفينولفثالين **(ح1) = 2.5 مل.**
- الحجم الكلي للحمض عند نقطة الميثيل أورانج **(ح2) = 8.0 مل.**

المطلوب: احسب تركيز الكربونات والبيكربونات.

خطوات الحل

1. حساب الكربونات:

تركيز الكربونات = $\frac{2 \times 2.5 \times 0.01 \times 1000}{25} = \frac{50}{25} =$ **2.0 ملليمكافئ/لتر**

2. حساب البيكربونات:

تركيز البيكربونات = $\frac{2.5 \times 0.01) \times 1000}{25} = \frac{((8.0 - 5.0)\times}{25} = \frac{30}{25} =$ **1.2 ملليمكافئ/لتر**

التقرير النهائي: القضية أُغلقت



- **ملخص النتائج:** بإتباع تحقيقنا المكون من خطوتين، نجحنا في التمييز بين الكربونات والبيكربونات وقياس تركيز كل منهما بدقة.
- **النقاط الرئيسية (خلاصة):**
  - الفينولفثالين (نقطة النهاية الأولى) يكشف نصف الكربونات (ح1).
  - الميثيل أورانج (نقطة النهاية الثانية) يكشف المجموع الكلي (ح2).
  - الصيغ الحسابية تسمح لنا بترجمة أحجام الحمض إلى تراكيز دقيقة.
- **الأهمية:** هذه القياسات حيوية لفهم كيمياء التربة، خصوبتها، وقلوية المياه.

